

506,628
1U/5U6628

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

Rec'd PCT/PTC 07 SEP 2004

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. September 2003 (12.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/074983 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01J 9/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00580

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2003 (24.02.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 10 038.1 ✓ 7. März 2002 (07.03.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GULDEN, Peter
[DE/DE]; Parkstr. 25, 80339 München (DE). VOSSIEK,
Martin [DE/DE]; An der Renne 18, 31139 Hildesheim
(DE).

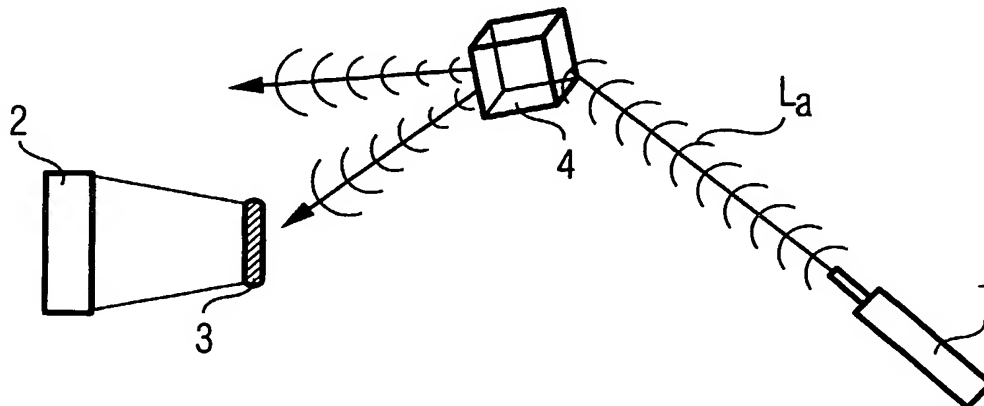
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR IMPROVING MEASURING QUALITY DURING THE OPERATION OF
ELECTRO-OPTICAL MIXING DEVICES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR VERBESSERUNG DER MESSQUALITÄT IM BETRIEB VON
ELEKTRO-OPTISCHEN MISCHGERÄTEN



(57) Abstract: The invention relates to arrangements and methods for improving the signal and transmission properties of laser/electro-optical mixers (EOM) of measuring and data transmission links. The idea of attempting to suppress coherent properties of laser light is novel since, until now, the aim has always been to obtain the greatest possible coherence or coherence length in most technical applications. The invention has the following features: suppressing coherence and intensity fluctuations in the beam path of laser EOM by using optical methods and suppressing the coherence in the output radiation of the laser source, e.g. by a remodulated current pulse modulation or excitation of a number of modes within a laser diode (VCSEL).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung zeigt Anordnungen und Verfahren zur Verbesserung der Signal u. Übertragungseigenschaften von Laser/elektro-optischer-Mischer (EOM) Mess- und Datenübertragungsstecken. Die angestrebte Unterdrückung der kohärenten Eigenschaften des Laserlichtes ist dabei neu, in den meisten technischen Anwendungen wurde bisher eine möglichst große Kohärenz bzw. Kohärenzlänge angestrebt. Die Erfindung weist folgende Merkmale auf: Unterdrückung von Kohärenz und Intensitätsschwankungen im Strahlengang Laser-EOM mittels optischer Methoden und Unterdrückung der Kohärenz in der Ausgangsstrahlung der Laserquelle, z.B. durch eine aufmodulierte Strompulsmodulation oder Anregung mehrerer Moden innerhalb einer Laserdiode (VCSEL).

WO 03/074983 A1



SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Verbesserung der Messqualität im Betrieb von elektro-optischen Mischgeräten.

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Verbesserung der Messqualität im Betrieb von elektro-optischen Mischgeräten.

10 In vielen Anwendungen des Standes der Technik ist es vorteilhaft, eine gleichmäßige Intensitätsverteilung auf eine photo-sensitive Schicht oder auf einem Standardphotodetektor bereitzustellen, beispielsweise in einer Anordnung, bei der zwei voneinander getrennte Halbleiter gleich beleuchtet werden müssen. Dadurch, dass mit der Verwendung eines Laserstrahls zwar eine hohe Genauigkeit im Messverfahren erreicht werden kann, treten aber auch Nachteile auf, wie z.B. die Erzeugung eines "Speckle" Musters, wodurch Informationen über das zu messende System oder einer Datenübertragung verloren gehen. Um diese Störanteile zu beseitigen werden beispielsweise Methoden angewendet, welche die Kohärenz des Laserstrahls reduzieren und somit eine homogenere Intensitätsverteilung auf photo-sensitive Schichten ermöglicht wird.

25 Der Stand der Technik zur Unterdrückung der Kohärenz eines Lichtstrahls auf einer Sendeseite ist in [1] zusammengefasst. Eine zur Unterdrückung der Kohärenz verwendete Streuung kann in der Senderoptik erfolgen, z.B. durch Verwendung einer optischen Faser mit hoher Dispersion, entsprechender Verformung einer optischen Faser [2] oder Verwendung eines "diffractive optical elements" nach [3]. Es ergeben sich auch mehrere Möglichkeiten, die Kohärenzunterdrückung direkt an der Laserdiode ansetzen. Zur Erzeugung einer Intensitätsmodulation der Laserdiode wird zumeist der durch die Laserdiode fließende Strom moduliert. Es besteht nun die Möglichkeit, durch gezielte Maßnahmen an der Modulationsspannung die Laserdioden nicht mehr bzw. nur mit geringer Kohärenz emittieren zu las-

sen. Die erste Möglichkeit ist dabei die Verwendung von Very Large Capacity Surface Emitting Laser Diodes (VCSEL). Werden diese mit relativ hoher Leistung betrieben, dann gehen sie in den Multimode-Betrieb über und verlieren so die Kohärenz. In den bisherigen Anwendungen der VCSEL wird diese Eigenschaft allerdings als Nachteil angesehen.

Die Verwendung von mit höchster Frequenz intensitätsmodulierbarer Laserdioden ist auch besonders in Systemen vorteilhaft, die elektro-optische Mischer (EOM) wie z.B. Metal-Semiconductor-Metal Strukturen [4] [5] [6] oder photonische Mischelemente nach [7] beinhalten, da sie in digitale Kommunikationssystemen eine deutliche Erhöhung der Datenrate ermöglichen und in Entfernungs-Meßsystemen nach [5,8] auf Grund ihrer hohen Bandbreite eine deutliche Erhöhung der Genauigkeit ermöglichen.

Leider weisen die Messungen in Verfahren welche elektro-optische Mischer wie PMD oder MSM verwenden, systematische Fehler auf, deren Ursachen nicht bekannt sind. Kommunikationssysteme, welche elektro-optische Mischer verwenden, sind digital und weisen Bitfehler auf. Auch Bei analogen Entfernungs / Geschwindigkeitsmessverfahren, welche elektro-optische Mischer verwenden, sind Messfehler nachweisbar.

Es ist zur Zeit keine Lehre bekannt, mit der Ausgangssignale mit Störungsanteilen im Betrieb eines elektro-optischen Mixers beseitigt werden können.

Es liegt der nachfolgend beschriebenen Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass neuartige elektro-optische Mischer unter bestimmten Umständen Störprodukte im Ausgangssignal aufweisen, welche in der Regel vom Zusammenspiel der physikalischen Eigenschaften des Halbleiters und den Beleuchtungsintensitäten mit örtlichen Unterschieden abhängig sind. Genauer ist es erkannt worden, dass ortsabhängige Variationen der Beleuchtungsintensität in elektro-optischen Mixern zu AC-

Störanteilen führen, und dass sich diese Störanteile in verschiedene Messverfahren gravierend auswirken.

Mögliche Ursachen dieser Effekte sind dabei Ladungsträgerinjektion der Störströme, die sich auf Grund bestimmter Schichtabfolgen im Halbleiter des elektro-optischen Mischers verstärken. Werden die elektro-optischen Mischer also mit leicht unterschiedlicher Intensitätsverteilungen beleuchtet, dann ergeben sich von der lokalen Beleuchtungssituation abhängige Störsignalanteile, die z.B. Entfernungsmessfehler verursachen. Eine Situation mit sich ändernder Beleuchtung kann z.B. in einem Entfernungsmeßsystem durch die Veränderung der Distanz zwischen Messeinheit und einem Ziel entstehen, da in einem solchen Fall auf Grund unvermeidlicher Triangulationseffekte der auf den elektro-optischen Mischer einfallende Lichtfleck leicht wandert. Weitere Intensitätsschwankungen der Beleuchtung auf dem elektro-optischen Mischer können auf Grund von mechanischer Beanspruchung und Temperaturdehnung, auch in faseroptischen Systemen, auftreten. Ein weiteres Problem besteht darin, dass in der Großserienfertigung leichte Schwankungen der Toleranz auftreten.

Obwohl der Stand der Technik Methoden zur Reduzierung von Störanteilen in Verfahren angibt, bei denen beispielsweise Photodetektoren verwendet werden, ist bisher keine Vorrichtung und kein Verfahren bekannt, Störsignale aus elektro-optischen Mischvorrichtungen zu korrigieren, da die Auswirkungen von Störsignalen und deren Ursachen in elektro-optischen Mischvorrichtungen bisher nicht erkannt wurden.

30

Die Fehler, welche in einem optischen Messverfahren mit einem elektro-optischen Mischer zu beobachten sind, werden in **Figur 1** dargestellt.

35

Hervorgehend aus der Erkenntnis, dass gravierende Messfehler bei der Verwendung von elektro-optischen Mischer auf optische Schwankungen bzw. Intensitätsschwankungen beruhen, ergibt

sich die Aufgabe, ein Verfahren und / oder eine Vorrichtung anzugeben, bei dem / der verbesserte Signal u. Übertragungseigenschaften in elektro-optischen Meßsystemen erreicht werden, insbesondere auch für Meßsysteme welche Laserstrahlen und elektro-optischer Mischer einsetzen.

Die Lösung ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10

Die Lösung besteht darin, dass die Kohärenz eines im Messverfahren verwendeten Lichtstrahls vor Einfall auf einen elektro-optischen Mischer unterdrückt wird. Zusätzlich wird auch eine Unterdrückung von Intensitätsschwankungen, die nicht auf Kohärenz beruhen, gewährleistet.

15

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass sie im Gegensatz zum Stand der Technik wo in den meisten bisherigen technischen Anwendungen mit elektro-optischen Mischern eine möglichst große Kohärenz bzw. Kohärenzlänge Kohärenzreduzierung angestrebt wird, eine Kohärenzunterdrückung erreicht.

20

Beim Verfahren zur Reduzierung von Störsignalen in einem elektro-optischen Messvorgang wird die Kohärenz des Lichtstrahls vor Einfall auf eine Lichtempfangseinheit mittels einer kohärenzreduzierenden Einheit reduziert.

25

Unter Lichtempfangseinheit wird eine Einheit verstanden, welche mindestens einen elektro-optischen Mischer aufweist. Sie kann durch Empfangsoptik wie streuende Elemente "DOE-Diffractive Optical Elements", Linsen oder Aperturen ausgebaut werden. Ein elektro-optischer Mischer wird in der Regel auch aus mischenden Halbleiterelementen bestehen. In anderen Worten sind auch solche elektro-optische Mischer einsetzbar, welche auf Halbleiterbasis gefertigt werden. Speziell wird auch die Verwendung von PMDs (Photo-electronic Mixing Devi-

30

35

ce), MSM (Metal-Semiconductor-Metal) Strukturen und / oder eine MSM-PMD-Kombination bevorzugt.

5 Zur kohärenzreduzierende Einheiten gehören sowohl Streueinheiten als auch Einheiten, welche eine Modulation einer Lichtwelle ausführen bzw. die Moden einer Lichtwelle verändern.

10 Die Erfindung ist in einem Verfahren verwendbar, bei dem als Lichtwelle- oder strahl ein Laserstrahl verwendet wird.

15 Die Erfindung umfasst mehrere Streueinheiten die verwendet werden können, wie z.B. eine optische Faser, welche vorzugsweise in oder unmittelbar außerhalb einer optischen Sendeeinheit im Strahlgang des Lichtstrahls eingesetzt wird. Die optische Faser kann dabei direkt mit einer Laserquelle in Verbindung stehen. Weitere Beispiele von Streueinheiten sind eine raue Schicht, oder eine Streuscheibe welche insbesondere in oder unmittelbar außerhalb einer Lichtempfangseinheit eingesetzt werden. Es ist grundsätzlich vorteilhaft, wenn das streuende Element möglichst dicht vor der Lichtempfangseinheit montiert ist, da dadurch der Verlust an Lichtleistung verringert wird.

25 Die raue Schicht wird optimal auf eine lichtempfindlichen Schicht, insbesondere auf einem elektro-optischen Mischer, aufgebracht. In einer weiteren Ausbildung der Erfindung weist die raue Schicht streuende Partikel und / oder eine raue Oberfläche auf. Die streuenden Partikel können dabei in eine Streueinheit eingearbeitet sein oder wie Pulver auf eine
30 lichtempfindliche Schicht aufgebracht werden.

Die Streuscheibe wird optimal in oder unmittelbar außerhalb der Lichtempfangseinheit im Strahlgang eines Lichtstrahls
.35 oder des Lasers eingesetzt.

Die erfindungsgemäße elektro-optische Mischvorrichtung umfasst jeweils mindestens eine Lichtquelle, eine Lichtempfangseinheit und eine kohärenzreduzierende Einheit welche die Kohärenz eines Lichtstrahls reduziert. Die kohärenzreduzierende Einheit unterdrückt somit die Kohärenz des Lichtstrahls vor Einfall auf eine elektro-optischen Mischvorrichtung.

Die oben genannte elektro-optische Mischvorrichtung wird dadurch erweitert, dass die Lichtempfangseinheit ein Gehäuse mit einer bereits genannten Streueinheit und einer lichtempfindlichen Schicht, insbesondere einen elektro-optischen Mischer, aufweist.

Die Erfindung ermöglicht eine weitere Kohärenzunterdrückung durch eine aufmodulierte Strompulsmodulation oder Anregung mehrerer Moden innerhalb einer Laserdiode (VCSEL), welche alleine oder in Kombination mit den oben genannten Vorrichtung und Verfahren angewendet werden. Hierfür wird eine entsprechende Modulationsvorrichtung bereitgestellt, welche die elektromagnetischen Eigenschaften eines Lichtstrahls in einem Mess- oder Datenübertragungsverfahren beeinflusst.

Die Erfindung wird von anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 2 eine Grafik zur Darstellung der Verringerung der Messfehler bei einer Entfernungsmessung mit einer der nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung

Figur 3 ein schematisches Diagramm der Erfindung

Figur 4 ein Schema zur Kohärenzreduzierung auf der Empfängerseite mit einem EOM

Figur 5 ein erstes Vorrichtungsbeispiel welches eine Kohärenzreduzierung auf der Empfängerseite ermöglicht

Figur 6 eine zweites Vorrichtungsbeispiel welches eine Kohärenzreduzierung auf der Empfängerseite ermöglicht.

5

In **Figur 2** ist der Effekt erkennbar, welcher durch den Einsatz einer nach der Erfindung konzipierten Vorrichtung erzeugt wird. Im Vergleich zu einem System, in dem keine Kohärenzreduzierung vor Einfall auf einen elektro-optischen Mischer aufgeführt wird [9], ist die Standardabweichung mit systematischen Fehlern bei einer Entfernungsmessung um nahezu 2/3 weniger.

In **Figur 3** wird eine Anordnung schematisch gezeigt, welche die oben genannte Reduzierung ermöglicht. Eine Lichtquelle (1), z.B. ein Laser, beleuchtet ein zu messendes Objekt (4) mit einer Strahlung L_a , welche zunächst vom Objekt (4) an eine Lichtempfangseinheit (2) reflektiert und / oder teilweise gestreut wird. Vor Einfall der Strahlung in die Lichtempfangseinheit (2) wird die Strahlung nochmals von einer kohärenzreduzierenden Einheit (3) gestreut.

Die kohärenzreduzierende Einheit (3) kann dabei als eine Streueinheit ausgebildet sein, oder als eine Modulationseinheit, welche Lichtwellen moduliert oder Moden einer Lichtstrahls verändert. Eine Kombination beider Einheiten ist denkbar, wobei vorzugsweise die Modulationseinheit senderseitig vor dem Objekt (4) eingesetzt wird.

Figur 4 zeigt eine kohärenzreduzierende Streuscheibe (3') welche zwischen einer Lichtempfangseinheit (2') und einer Linse (5) in den Strahlengang des einfallenden Lichts L_b angeordnet ist.

In **Figur 5** wird eine besonders kostengünstige und zudem verlustarme Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der das streuende Element (3''), beispielsweise eine Streuscheibe

Teil eines Gehäuses und Trägers (7) eines elektro-optischen Mischers (6) ist.

Bei parallelen Anordnungen eines elektro-optischen Mischers auf einem Chip muss die getrennte Beleuchtung der einzelnen Elemente trotz der gewünschten Streuung möglich sein. Etwaige "Querbeleuchtung" würde die Schärfe des in jedem elektro-optischen Mischer aufgenommenen Bildes drastisch reduzieren. In diesem Falle wird die in **Figur 6** gezeigte Variante bevorzugt. Im Falle von transparent in dem Gehäuse vergossenen Elementen kann die Oberfläche (8) rau gestaltet werden. Es kann direkt auf dem elektro-optischen Mischer, bzw. auf einem photoempfindlichen Chip (6) eine streuende Beschichtung aufgebracht (8) werden, entweder mit rauer Oberfläche oder internen streuenden Partikeln. In dieser Anordnung ist die scharfe Abgrenzung der Beleuchtung einzelner Pixel gewährleistet, und zudem dürfte die Beschichtung kostengünstig im Herstellungsprozess der elektro-optischen Mischer zu integrieren sein.

20

Bei Verwendung eines elektro-optischen Mischers mit breitem Öffnungswinkel (Volumenillumination) ist es besonders vorteilhaft, das streuende Element in den optischen Sender (Laserquelle) einzubauen, da dies unter Umständen die Einhaltung der Grenzwerte für die der Augensicherheit bei Laserquellen erleichtert (ausgedehnte Quelle).

25

Grundsätzlich hängt die Wellenlänge eines Lasers und somit das sich ausbildende Interferenzmuster von dem Betriebsstrom und der Temperatur des Laser ab. Dies kann man nun dadurch ausnutzen, dass man dem Modulationsstrom einen deutlich höherfrequenten Anteil überlagert. Dieser sorgt dann für kleine Schwankungen der Laserwellenlänge innerhalb einer Modulationsperiode des eigentlichen Signals. Dadurch verändert sich das Interferenzmuster zeitlich, und die innerhalb einer Modulationsperiode entstehenden Störsignale werden verschmiert,

30

35

da sie dann viel langsamer als die zeitliche Änderung des Interferenzmusters sind.

5 Weitere Möglichkeiten zur Unterdrückung der Kohärenz eines in der Erfindung verwendeten Laserstrahls sind die Anregung mehrerer Moden im Laser mittels Überlagerung verschiedener reflektierter Lichtanteile des Laserlichtes im Laser selbst sowie die Anregung mehrerer Moden durch Temperaturmodulation oder Montage des Laserchips unter Spannung (dies führt zu lokal unterschiedlichen Wellenlängen im Laserchip), oder die
10 Verwendung mehrerer Laserdioden in einem Array, insbesondere in den bekannten Anordnungen zur möglichst gleichmäßigen Illumination nach [10].

15 Ein nach den oben genannten Methoden bereitgestellter Laserstrahl würde zur Verringerung der Beleuchtungsschwankungen auf einem elektro-optischen Mischer beitragen.

20 Die Erfindung kann beispielsweise in 3-D Messverfahren, digitale Kommunikationsverfahren und optische Erkennungsverfahren eingesetzt werden.

Im Rahmen dieses Dokuments werden folgende Veröffentlichungen zitiert:

- 5 [1] Iwai, T. and T. Asakura, *Speckle reduction in coherent information processing*. Proceedings of the IEEE, 1996. **84**(5): p. 765-781.
- [2] Kolobov, M.I., *Quantum noise reduction in optical imaging of the spatial coherence of the source*. Physical Review A, 1995. **51**(2): p. 1656 - 1661.
- 10 [3] Wang, L., et al., *Speckle reduction in laser projection systems by diffractive optical elements*. Applied Optics, 1998. **37**(10): p. 1770-1775.
- [4] Shen, P.H., et al. *Interdigitated finger semiconductor photodetector*. in *SPIE Aerosense, 24-28 April 2000*. 2000: SPIE.
- 15 [5] Schwarte, R. *Dynamic 3D-Vision*. in *IEEE Int. Symposium on Electron Devices for Microwave and Opto-electronic Applications*. 2001. Vienna, Austria: IEEE.
- [6] Lam, D.K.W. and R.I. MacDonald, *GaAs optoelectronic mixer operation at 4.5 GHz*. IEEE Transactions on Electron Devices, 1984. **31**(12): p. 1766-1768.
- 20 [7] Schwarte, R., *Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Phasen- und /oder Amplitudeninformation einer elektromagnetischen Welle*, in *DE 197 04 496 A 1*. 1997, R. Schwarte: Germany. p. 26.
- 25 [8] Gulden, P.G., M. Vossiek, and P. Heide, *Verfahren und Anordnung zum Betrieb eines Photoelectric Mixing Devices (PMD)*. 2000, Siemens AG: Munich. p. 16.
- [9] Gulden, P.G., et al. *Application of the Photoelectronic Mixing Device to Optical Measurement of Presence, Distance and Velocity*. in *EuMW*. 2000. Paris: EuMW.
- 30 [10] Lohmann, A.W. and S.O. Sinzinger. *Spatial Noise Reduction in Array Illuminators*. in *Optical Computing*. 1991. Salt Lake City, Utah.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung von Störsignalen in einem elektro-optischen Messvorgang, bei dem die Kohärenz eines Lichtstrahls vor Einfall auf eine Lichtempfangseinheit (2) welche einen elektro-optischen Mischer (6) aufweist, reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Lichtstrahl ein Laserstrahl verwendet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem zur Kohärenzreduzierung eine Streueinheit (3) eingesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem als Streueinheit (3) eine optische Faser eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem als Streueinheit (3) eine raue Schicht (8) welche auf dem elektro-optischen Mischer (6) aufgebracht ist, verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem als Streueinheit (3) eine Streuscheibe eingesetzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem eine Strompulsmodulation oder Anregung mehrerer Moden eines Laserstrahls, insbesondere innerhalb einer Laserdiode, ausgeführt wird.
8. Elektro-optische Mischvorrichtung mit jeweils mindestens einer Lichtquelle (1) und einer Lichtempfangseinheit (2), bei der eine Kohärenzunterdrückung eines Laserstrahls vor Einfall auf eine Lichtempfangseinheit (2), insbesondere einen elektro-optischen Mischers (6), mittels einer kohärenzreduzierenden Einheit erreicht wird.

12

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der die kohärenzreduzierende Einheit eine Streueinheit (3) ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Streueinheit (3)
5 eine optische Faser ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Streueinheit (3) eine Streuscheibe ist.

10 12. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der als Streueinheit (3) eine raue Schicht (8) auf eine Lichtempfangseinheit (2), insbesondere einen elektro-optischen Mischer (6), aufgebracht ist.

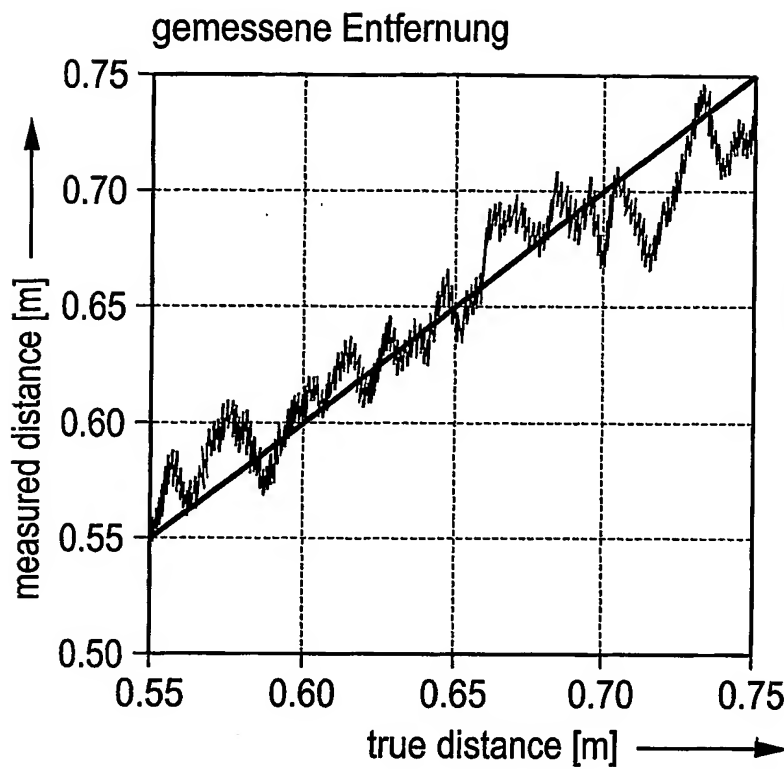
15 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, bei der die raue Schicht (8) streuende Partikel und / oder eine raue Oberfläche aufweist.

20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei der ein Gehäuse (7) die Lichtempfangseinheit (2) bildet, welches insbesondere den elektro-optischen Mischer (6) und die Streueinheit (3'') umfasst.

25 15. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der die kohärenzreduzierende Einheit eine Lichtwellen-Modulationseinheit ist.

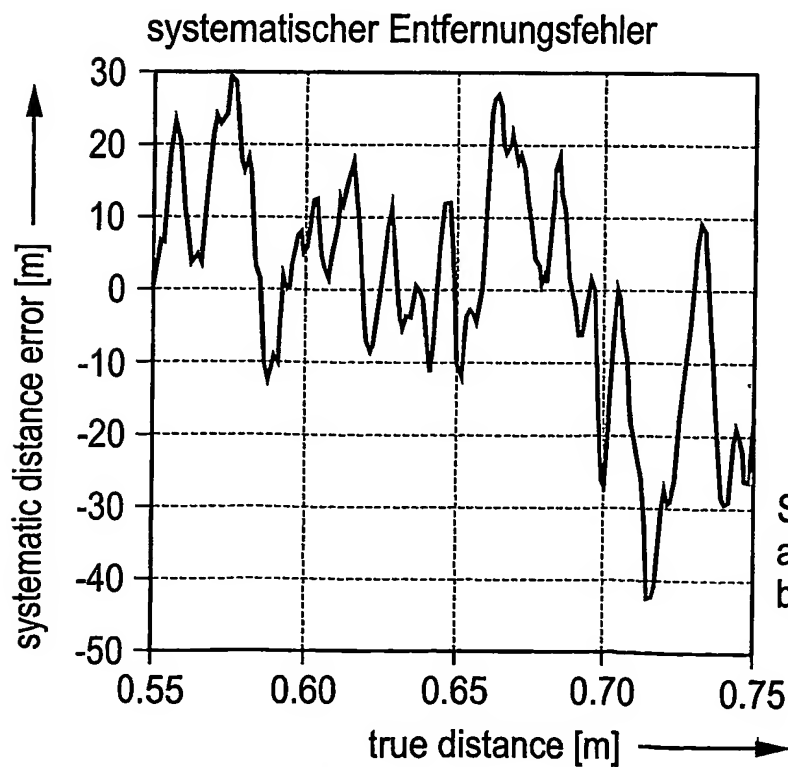
1/4

FIG 1A



No. distances: 200
No. values per distance: 20
No. of phase values: 120
Int. time: 300 μ s

FIG 1B



Standard deviation:
a) with syst. error: 15.98 mm
b) without syst. error: 2.74 mm

FIG 2A

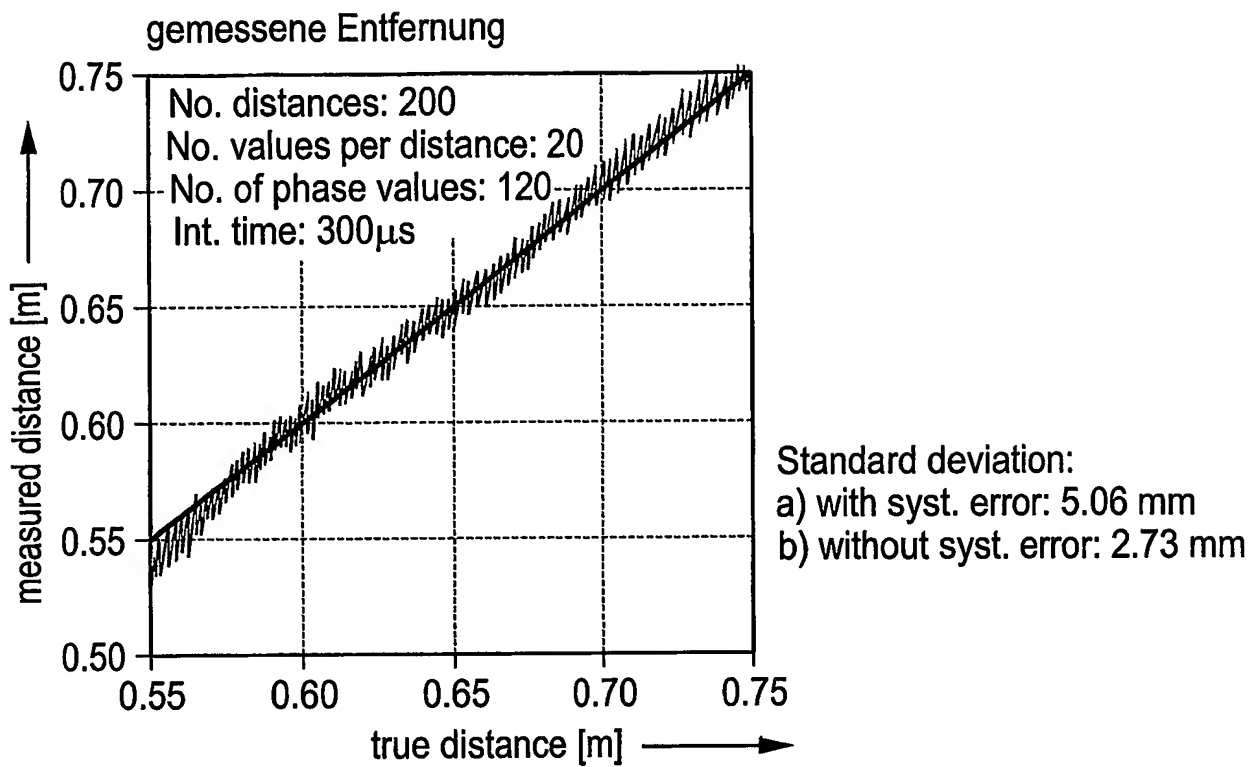


FIG 2B

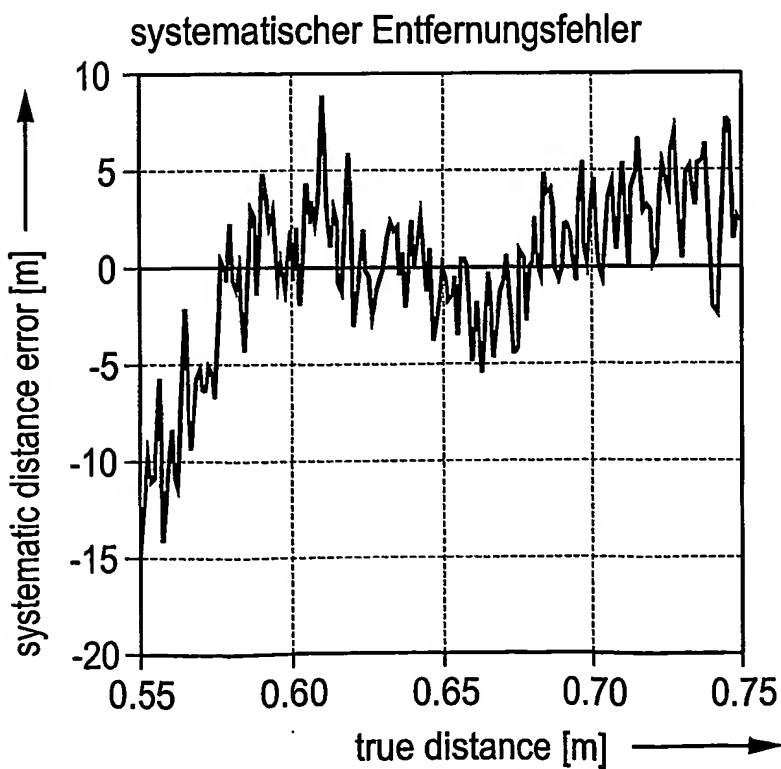


FIG 3

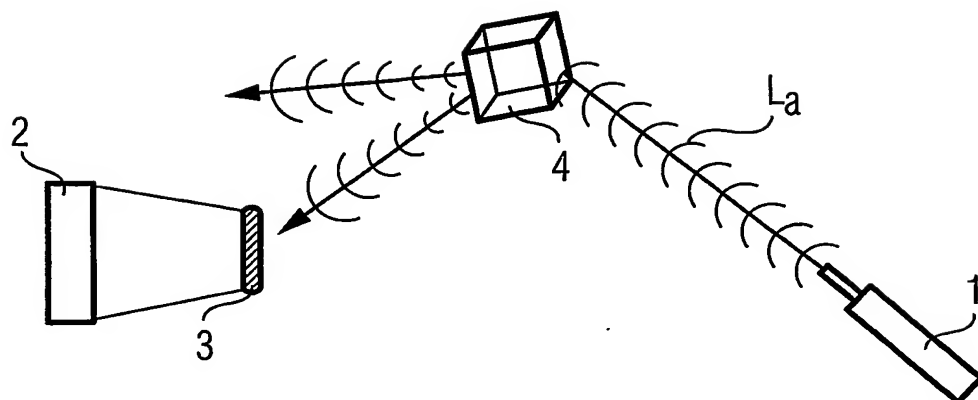


FIG 4

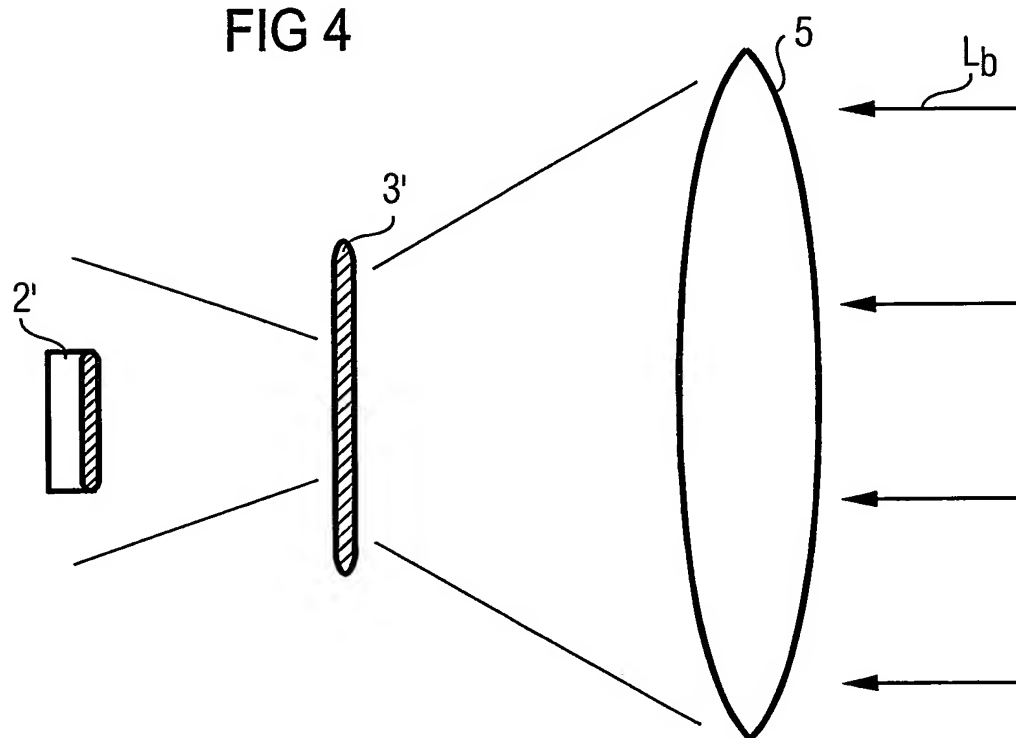


FIG 5

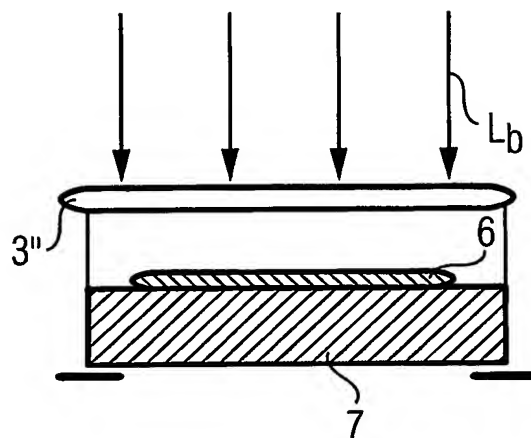
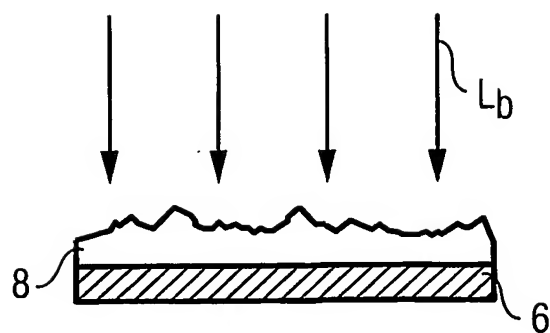


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC 03/00580

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01J9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03D G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>BUXBAUM B ET AL: "PMD-PLL: receiver structure for incoherent communication and ranging systems"</p> <p>OPTICAL WIRELESS COMMUNICATIONS II, BOSTON, MA, USA, 22 SEPT. 1999, vol. 3850, pages 116-127, XP009013591</p> <p>Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1999, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA</p> <p>ISSN: 0277-786X</p> <p>abstract</p> <p>page 118, paragraphs 1,2</p> <p>page 122, paragraph 2</p> <p>figures 1,6</p> <p>---</p> <p>-/--</p>	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 July 2003

Date of mailing of the international search report

23/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haller, M

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	IWAI T ET AL: "SPECKLE REDUCTION IN COHERENT INFORMATION PROCESSING" PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE. NEW YORK, US, vol. 84, no. 5, 1 May 1996 (1996-05-01), pages 765-781, XP000591804 ISSN: 0018-9219 cited in the application abstract page 768, column 1, paragraph 2 -column 2, paragraph 1 page 769, column 2, paragraph 1 -page 770, column 2, paragraph 3 figures 4,6	1-15
A	DE 197 04 496 A (SCHWARTE RUDOLF PROF DR ING) 12 March 1998 (1998-03-12) cited in the application abstract page 7, line 44 - line 60 figure 11	2
A	WANG L ET AL: "SPECKLE REDUCTION IN LASER PROJECTION SYSTEMS BY DIFRACTIVE OPTICALELEMENTS" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 37, no. 10, 1 April 1998 (1998-04-01), pages 1770-1775, XP000754330 ISSN: 0003-6935 cited in the application abstract page 1770, column 1, paragraph 2 -page 1772, column 2, paragraph 1 figures 2,3	1-15
A	EP 0 997 762 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 3 May 2000 (2000-05-03) abstract paragraphs '0031!', '0032!', '0035!', '0037!', '0043!', '0053!', '0064!', '0073! figures 1-3,5,7,9	1-15
A	DE 196 16 863 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 31 October 1996 (1996-10-31) abstract column 2, line 17 - line 30 figure 1	1-15

-/-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EE 03/00580

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>TAI W ET AL: "Optimisation of the light transmission and irradiance distribution of an aspherical lens for 3-D time-of-flight sensors"</p> <p>OPTICS AND LASER TECHNOLOGY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 32, no. 2, 1 March 2000 (2000-03-01), pages 111-116, XP004213249</p> <p>ISSN: 0030-3992</p> <p>abstract</p> <p>page 111, column 1, paragraph 1 -page 112, column 1, paragraph 3</p> <p>figure 1</p> <p>-----</p>	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/00580

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19704496	A	12-03-1998	DE 19704496 A1	12-03-1998
			AU 715284 B2	20-01-2000
			AU 4376197 A	26-03-1998
			BR 9712804 A	23-11-1999
			CN 1233323 A , B	27-10-1999
			CZ 9900693 A3	11-08-1999
			WO 9810255 A1	12-03-1998
			EP 1009984 A1	21-06-2000
			HU 0001087 A2	28-08-2000
			JP 2000517427 T	26-12-2000
			RU 2182385 C2	10-05-2002
EP 0997762	A	03-05-2000	JP 2000138409 A	16-05-2000
			EP 0997762 A2	03-05-2000
			US 6539035 B1	25-03-2003
DE 19616863	A	31-10-1996	DE 19616863 A1	31-10-1996

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01J9/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03D G01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	BUXBAUM B ET AL: "PMD-PLL: receiver structure for incoherent communication and ranging systems" OPTICAL WIRELESS COMMUNICATIONS II, BOSTON, MA, USA, 22 SEPT. 1999, Bd. 3850, Seiten 116-127, XP009013591 Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1999, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X Zusammenfassung Seite 118, Absätze 1,2 Seite 122, Absatz 2 Abbildungen 1,6 --- -/--	1-15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juli 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Haller, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>IWAI T ET AL: "SPECKLE REDUCTION IN COHERENT INFORMATION PROCESSING" PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE. NEW YORK, US, Bd. 84, Nr. 5, 1. Mai 1996 (1996-05-01), Seiten 765-781, XP000591804 ISSN: 0018-9219 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 768, Spalte 1, Absatz 2 -Spalte 2, Absatz 1 Seite 769, Spalte 2, Absatz 1 -Seite 770, Spalte 2, Absatz 3 Abbildungen 4,6</p>	1-15
A	<p>DE 197 04 496 A (SCHWARTE RUDOLF PROF DR ING) 12. März 1998 (1998-03-12) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 7, Zeile 44 - Zeile 60 Abbildung 11</p>	2
A	<p>WANG L ET AL: "SPECKLE REDUCTION IN LASER PROJECTION SYSTEMS BY DIFRACTIVE OPTICALELEMENTS" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, Bd. 37, Nr. 10, 1. April 1998 (1998-04-01), Seiten 1770-1775, XP000754330 ISSN: 0003-6935 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 1770, Spalte 1, Absatz 2 -Seite 1772, Spalte 2, Absatz 1 Abbildungen 2,3</p>	1-15
A	<p>EP 0 997 762 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 3. Mai 2000 (2000-05-03) Zusammenfassung Absätze '0031!', '0032!', '0035!', '0037!', '0043!', '0053!', '0064!', '0073! Abbildungen 1-3,5,7,9</p>	1-15
A	<p>DE 196 16 863 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 31. Oktober 1996 (1996-10-31) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 30 Abbildung 1</p>	1-15

-/-

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>TAI W ET AL: "Optimisation of the light transmission and irradiance distribution of an aspherical lens for 3-D time-of-flight sensors"</p> <p>OPTICS AND LASER TECHNOLOGY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, Bd. 32, Nr. 2, 1. März 2000 (2000-03-01), Seiten 111-116, XP004213249 ISSN: 0030-3992 Zusammenfassung Seite 111, Spalte 1, Absatz 1 -Seite 112, Spalte 1, Absatz 3 Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1-15

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19704496 A	12-03-1998	DE 19704496 A1	12-03-1998
		AU 715284 B2	20-01-2000
		AU 4376197 A	26-03-1998
		BR 9712804 A	23-11-1999
		CN 1233323 A , B	27-10-1999
		CZ 9900693 A3	11-08-1999
		WO 9810255 A1	12-03-1998
		EP 1009984 A1	21-06-2000
		HU 0001087 A2	28-08-2000
		JP 2000517427 T	26-12-2000
		RU 2182385 C2	10-05-2002
EP 0997762 A	03-05-2000	JP 2000138409 A	16-05-2000
		EP 0997762 A2	03-05-2000
		US 6539035 B1	25-03-2003
DE 19616863 A	31-10-1996	DE 19616863 A1	31-10-1996